

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-214163

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 5 B 33/26

H 0 5 B 33/26

Z

33/10

33/10

33/14

33/14

A

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-14184

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月27日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 小田 敦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 石川 仁志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 東口 達

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

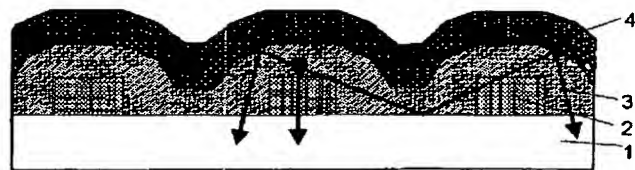
(74) 代理人 弁理士 若林 忠 (外4名)

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 陽極若しくは陰極のうちの一方の電極2に複数の孔を設ける。これにより電極2に対向する電極4に傾斜面を付与する。傾斜面は積層過程に於いて孔の部分に自然に形成される。対向電極4の傾斜面による反射を利用し、光の取り出し効率を向上させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 陽極と陰極との間に発光層を含む一または二以上の有機薄膜層を有してなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、陽極若しくは陰極のうち、一方の電極が傾斜面を有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】 前記傾斜面を有する電極と対向する電極に複数の孔が設けられたことを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】 前記孔が、ストライプ状の形状を有する請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】 前記孔が、櫛歯状の形状を有する請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 前記孔が、複数の島状の電極部を残すように形成された請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】 前記孔の設けられた電極の面積に対する前記孔の総面積の比率が 1 0 % 以上 8 5 % 以下である請求項 2 乃至 5 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 7】 前記孔の径または最小幅が 0 . 1  $\mu$  m 以上 2  $\mu$  m 以下である請求項 2 乃至 6 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 8】 前記孔の径または最小幅が、前記有機薄膜層の層厚の 0 . 5 倍以上 1 0 倍以下である請求項 2 乃至 7 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】 前記孔の設けられた電極の厚さが、上記有機薄膜層の層厚の 0 . 3 倍以上 5 倍以下である請求項 2 乃至 8 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 0】 前記複数の孔が平面方向に規則性をもって配置された請求項 2 乃至 9 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 1】 前記孔の設けられた電極が複数の基本単位から構成され、該基本単位中に所定パターンの孔が設けられ、一の基本単位中の孔のパターンと該基本単位に隣接する基本単位中の孔のパターンとが 9 0 度回転させることにより実質的に一致する関係にある請求項 1 0 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 2】 基板上に第一の電極層を形成した後、該第一の電極層に複数の孔を設ける工程と、該第一の電極層の上に、発光層を含む一または二以上の有機薄膜層と第二の電極層とをこの順で形成する工程とを含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

【請求項 1 3】 前記第一の電極層の表面に所定のパターンでレジストを塗布した後エッチングにより前記第一の電極層の所定部分を除去することにより、前記複数の孔を設けることを特徴とする請求項 1 2 に記載の有機エ

レクトロルミネッセンス素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光効率に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

## 【0 0 0 2】

【従来の技術】 有機エレクトロルミネッセンス素子は、電界を印加することにより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社の C . W . T a n g らによる積層型素子による低電圧駆動有機エレクトロルミネッセンス素子の報告 (C . W . T a n g , S . A . V a n S l y k e , アプライドフィジックスレターズ (A p p l i e d P h y s i c s L e t t e r s ) , 5 1 巻 , 9 1 3 頁 , 1 9 8 7 年 など) がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機エレクトロルミネッセンス素子に関する研究が盛んに行われている。T a n g らは、トリス ( 8 - キノリノール ) アルミニウムを発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じこめることなどが挙げられる。この例のように有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造としては、正孔輸送 ( 注入 ) 層、電子輸送性発光層の 2 層型、又は正孔輸送 ( 注入 ) 層、発光層、電子輸送 ( 注入 ) 層の 3 層型等が良く知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

【0 0 0 3】 しかしながら、有機エレクトロルミネッセンス素子に於いてはキャリア再結合の際にスピン統計の依存性より一重項生成の確率に制限があり、したがって発光確率に上限が生じる。この上限の値は凡そ 2 5 % と知られている。更に有機エレクトロルミネッセンス素子に於いてはその発光体の屈折率の影響のため、図 1 に示すように、臨界角以上の出射角の光は全反射を起こし外部に取り出すことができない。このため発光体の屈折率が 1 . 6 とすると発光量全体の 2 0 % 程度しか有効に利用できず、エネルギーの変換効率の限界としては一重項生成確率を併せ全体で 5 % 程度と低効率とならざるをえない ( 筒井哲夫「有機エレクトロルミネッセンスの現状と動向」、月刊ディスプレイ、v o l . 1 , N o . 3 , p 1 1 , 1 9 9 5 年 9 月 ) 。発光確率に強い制限の生じる有機エレクトロルミネッセンス素子に於いては、光の取り出し効率は致命的ともいえる効率の低下を招くことになる。

【0 0 0 4】 この光の取り出し効率を向上させる手法としては、従来無機エレクトロルミネッセンス素子など

の、同等な構造を持つ発光素子に於いて検討されてきた。例えば、基板に集光性を持たせることで効率を向上させる方法（特開昭 6 3 - 3 1 4 7 9 5）や、素子の側面等に反射面を形成する方法（特開平 1 - 2 2 0 3 9 4）は、発光面積の大きな素子に対しては有効であるが、ドットマトリクスディスプレイ等の画素面積の微小な素子に於いては、集光性を持たせるレンズや側面の反射面等の形成加工が困難である。更に有機エレクトロルミネッセンス素子に於いては発光層の膜厚が数  $\mu\text{m}$  以下となるためテーパー状の加工を施し素子側面に反射鏡を形成することは現在の微細加工の技術では困難であり、大幅なコストアップをもたらす。また基板ガラスと発光体の間に中間の屈折率を持つ層を導入し、反射防止膜を形成する方法（特開昭 6 2 - 1 7 2 6 9 1）もあるが、この方法は前方への光の取り出し効率の改善の効果はあるが全反射を防ぐことはできない。したがって屈折率の大きな無機エレクトロルミネッセンスに対しては有効であっても、比較的低屈折率の発光体である有機エレクトロルミネッセンス素子に対しては大きな改善効果を生まない。

【0005】したがって有機エレクトロルミネッセンス素子に有用な光の取り出し方法は未だ不十分であり、この光の取り出し方法の開発が有機エレクトロルミネッセンス素子の高効率化に不可欠である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、有機エレクトロルミネッセンス素子の光の取り出し効率を改善し、高効率の有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明によれば、陽極と陰極との間に発光層を含むまたは二以上の有機薄膜層を有してなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、陽極若しくは陰極のうち、一方の電極が傾斜面を有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。ここで、傾斜面とは基板の平面方向に対して所定の角度をもった傾斜を有する面をいう。

【0008】例えば図 3 に示すように傾斜面を有する形状の陰極 4 を設けることにより、発光層 3 で生じた光は発光層 3 と陰極 4 の界面で反射した後、凹面鏡と同様の作用により基板 1 方向に集光される。すなわち、両電極に挟まれた領域からの発光のうち、基板面で全反射する成分、あるいは基板面に水平方向に出射される成分を基板面垂直方向に反射させることができる。したがって、図 1 のように全反射のために光が取り出し不可能となるということは生じにくく、光の取り出し効率が顕著に向上する。この際、発光面積は減少しており前方への反射効率も 100% では無いため、孔の無い電極を用いた場合より輝度としては低下する場合もあるが、発光面積の

減少により消費電力も低下するため、全体としては高効率となる。

【0009】本発明において、前記傾斜面を有する電極と対向する電極に複数の孔が設けられることが好ましい。

【0010】このようにすることにより、発光層に対して傾斜面を有する対向電極を容易に形成することができる。この点について図 2 を参照して説明する。複数の孔が設けられた電極 2 の上に発光層 3、対向電極 4 をこの順で成膜していくと、孔と対応する部分の発光層 3 および対向電極 4 に窪みが生じる。すなわち成膜工程で自然に傾斜面が形成されるのである。

【0011】本発明における孔は、上記のように対向電極に傾斜面を付与するために設けられるものであるから、このような作用を有するものであればいかなる形状であってもよい。例えば、正方形、長方形、長楕円形等のストライプ形状や、円形などとしてすることができる。

【0012】ただしこれらの孔は溝を形成するものではなく、当該電極は同一画素を形成するもので孔により分離されるものではない（図 2）。すなわち、この電極構造はドットマトリクスディスプレイなどに於いて、各水平方向または垂直方向の画素列を形成するストライプ状の電極間の溝を形成するものではなく、これらの電極の内部構造として更に微細な孔が空いているものである。

【0013】また本発明によれば、基板上に第一の電極層を形成した後、該第一の電極層に複数の孔を設ける工程と、該第一の電極層の上に、発光層を含むまたは二以上の有機薄膜層と第二の電極層とをこの順で形成する工程とを含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法が提供される。ここで第一の電極層とは、一対の電極のうち光の出射面側に位置する電極層をいい、第二の電極層とは第一の電極層と対向する電極層をいう。例えば図 2 において、陽極 2 を構成するのが第一の電極層、陰極 4 を構成するのが第二の電極層である。このような製造方法によれば、発光層に対して傾斜面を有する対向電極を積層工程にて自然に形成することができる。

【0014】複数の孔は、例えば以下のようにして作製される。すなわち、第一の電極層の表面に所定のパターンでレジストを塗布した後、エッチングにより第一の電極層の所定部分を除去することにより、複数の孔を設けることができる。このような方法によれば、所望のパターンを有する複数の孔を簡便に形成することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造は、電極間に有機層を 1 層あるいは 2 層以上積層した構造であり、特にその構造に制約を受けない。例としては、①陽極、発光層、陰極、②陽極、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、陰極、③陽極、正孔輸送層、発光層、陰極、あるいは④陽極、発光

層、電子輸送層、陰極等の構造が挙げられる。またこれらの有機層間及び有機層電極間に、電荷注入特性の向上や絶縁破壊を抑制あるいは発光効率を向上させる目的で、弗化リチウム、弗化マグネシウム、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素等の無機の誘電体、絶縁体からなる薄膜層、あるいは有機層と電極材料又は金属との混合層、あるいはポリアニリン、ポリアセチレン誘導体、ポリジアセチレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリパラフェニレンビニレン誘導体等の有機高分子薄膜を挿入しても構わない。

【0016】本発明において、電極としては、陽極は正孔を正孔輸送層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金（ITO）、酸化錫（NESEA）、金、銀、白金、銅等の金属又は酸化物、並びにこれらの混合物が適用できる。また陰極としては、電子輸送帯又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金、並びにこれらの混合物等が使用できる。

【0017】ここで孔の空いた電極は陽極、陰極の何れでもよく、また何れかの電極が可視光の領域に於いて透明あるいは高反射率を有するもののどちらでもよい。また、この電極の厚さは電極として本来の機能を果たす厚さであれば特に限定されることはないが、0.02  $\mu\text{m}$  ~ 2  $\mu\text{m}$  の範囲にあることが望ましい。

【0018】本発明において、前述のように孔の形状は特に制限されないが、たとえばストライプ状の形状（図4）や櫛歯状の形状（図7）を有することが好ましく、あるいは図9のように複数の島状の電極部を残すように孔が形成されることが好ましい。電極面積に対する縁の全長がふえ、電極傾斜面による反射の効果をより有効に利用できるからである。ここで、ストライプ状の形状とは、前述のように正方形、長方形、長楕円形等を含むものである。櫛歯状の形状とは、図7のように孔の外周が入り組んだ形状をいう。また「複数の島状の電極部を残すように」とは、図9のように島状の電極部を残すようにその周りをくりぬいた形状の孔を形成することをいう。島状の電極の形状は特に制限されず、図のような円形でもよいし、楕円形、正方形、長方形など、任意の形状とすることができる。

【0019】本発明において有機発光層の厚さは、用いる材料、層構造によりそれぞれ効率、寿命等を考慮して最適な範囲が決定され、電極厚は有機発光層厚により最適な範囲が決定される。

【0020】孔の径あるいは孔の開口部の最小距離は、

特に限定されることはないが、積層する有機発光層厚、電極厚によって最適な範囲が決定される。電極の厚さに比して大きすぎる場合又は小さすぎる場合の何れも効率の低下を招くことから、孔の径あるいは孔の最小幅は電極の厚さに対し0.1倍以上10倍以下の範囲にあることが望ましい。このようにすることによって、反射、発光のいずれも起こらない領域が増えることによる効率の低下を防ぎつつ、反射する光の量を十分に光取り出し効率の向上を図ることができる。また孔の径あるいは最小幅は、電極サイズにもよるが、たとえば0.1  $\mu\text{m}$  以上2  $\mu\text{m}$  以下とすることが好ましい。

【0021】本発明において、孔の設けられた電極の面積に対する前記孔の総面積の比率は、好ましくは10%以上85%以下である。このようにすることによって、反射、発光のいずれも起こらない領域が増えることによる効率の低下を防ぎつつ光取り出し効率の向上を図ることができる。

【0022】本発明において、孔の径あるいは最小幅は、好ましくは有機薄膜層の層厚の0.5倍以上10倍以下、さらに好ましくは、1倍以上5倍以下である。このようにすることによって、反射、発光のいずれも起こらない領域が増えることによる効率の低下を防ぎつつ電極に傾斜を十分に設けることができる。このようにすることによって、反射、発光のいずれも起こらない領域が増えることによる効率の低下を防ぎつつ光取り出し効率の向上を図ることができる。

【0023】また本発明において、孔の設けられた電極の厚さは有機薄膜層の層厚に対して、0.3倍以上5倍以下とすることが好ましい。0.3倍未満では凹面反射の効果は十分でなく効率が低下する場合がある。5倍を超えると光を出射できる領域が減り効率が低下する場合がある。

【0024】本発明において、孔の配置規則性は特に限定されることはなく、周期的な配置でも、完全に不規則な配置でも構わない。しかしながら、例えば図4、6、7のように、複数の孔を平面方向に規則性をもって配置することにより、干渉等の異方性を抑制することができる。

【0025】また本発明において、複数の孔を次のようなパターンをもって配置することができる。孔の設けられた電極を複数の基本単位から構成し、その基本単位中に所定パターンの孔を設ける。一の基本単位中の孔のパターンと、この基本単位に隣接する基本単位中の孔のパターンとが90度回転した関係とすることができる。すなわち、図4、7のように、一の基本単位中の孔のパターンを90度回転させると、これに隣接する基本単位中の孔のパターンと一致するような配置とすることができる。このような配置とすることにより、一次元的な周期性による干渉の効果の異方性を抑制できる。

【0026】孔の空いていない側の電極は、その可視光

域に於ける光の反射率が高ければ高いほど効率が良いが、実用的には30%以上の反射率が必要となる。

【0027】本発明に用いられる発光材料としては特に限定されず、通常発光材料として使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、下記のトリス

(8-キノリノール) アルミニウム錯体 (Alq3)

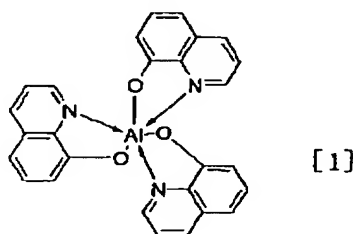
[1] やビスジフェニルビニルビフェニル (BDPVB

i) [2]、1,3-ビス (p-t-ブチルフェニル-\*

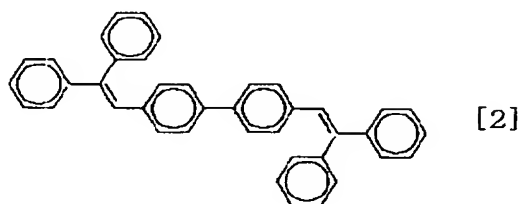
\* 1, 3, 4-オキサジアゾールイル) フェニル (OXD-7) [3]、N, N'-ビス (2, 5-ジ-t-ブチルフェニル) ペリレンテトラカルボン酸ジイミド (BP-PC) [4]、1, 4-ビス (p-トリル-p-メチルスチルルフェニル) ナフタレン [5] などである。

【0028】

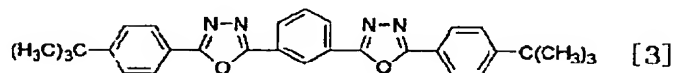
【化1】



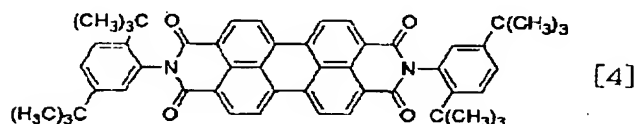
[1]



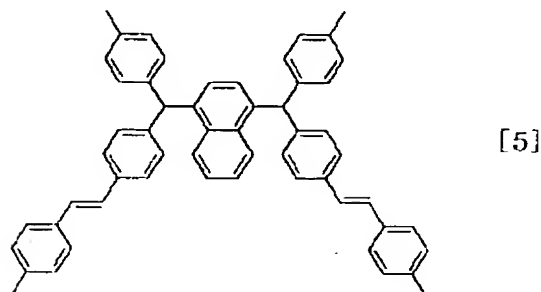
[2]



[3]



[4]



[5]

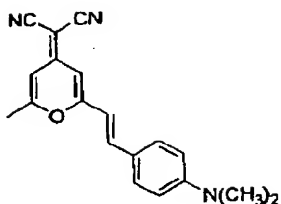
【0029】また、電荷輸送材料に蛍光材料をドーブした層を発光材料として用いることもできる。例えば、前記のAlq3 [1] などのキノリノール金属錯体に4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチル)-4H-ピラン (DCM) [6]、2,3-キナクリドン [7] などのキナクリドン誘導体、3-(2'-ベンゾチアゾール)-7-ジエチルアミノクマリン [8] などのクマリン誘導体をドーブした層、あるいは電子輸送材料ビス (2-メチル-8-ヒドロキシキノリン) -4-フェニルフェノール-アルミニウム錯体 [9] にペリレン [10] 等の縮合多環芳香族をドー

40 プした層、あるいは正孔輸送材料4,4'-ビス (m-トリルフェニルアミノ) ビフェニル (TPD) [11] にルブレネ [12] 等をドーブした層を用いることができる。

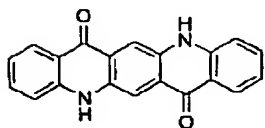
【0030】

【化2】

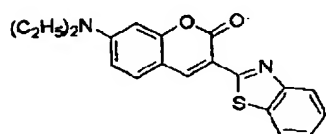
9



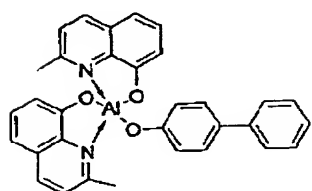
[6]



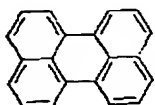
[7]



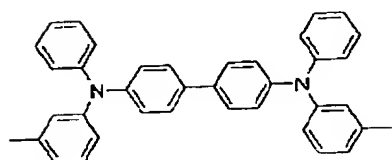
[8]



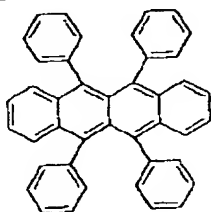
[9]



[10]

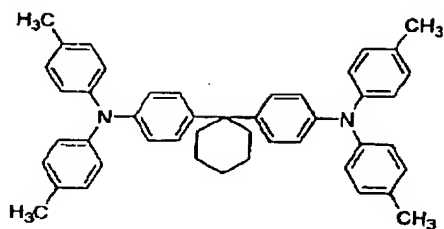


[11]



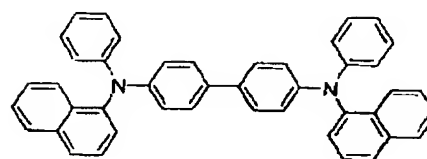
[12]

10



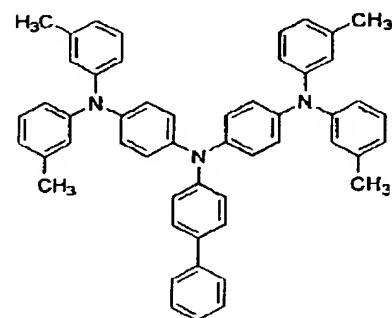
[13]

10



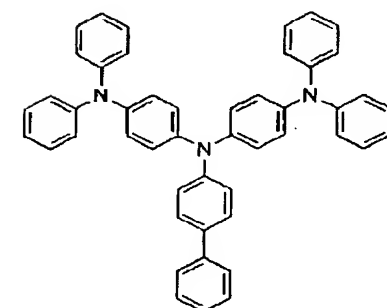
[14]

20

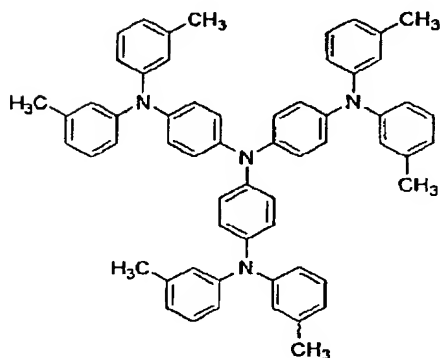


[15]

30



[16]



[17]

【0031】本発明に用いられる正孔輸送材料は特に限定されず、通常正孔輸送材料として使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、ビス（ジ（p-トリル）アミノフェニル）-1, 1'-シクロヘキサン [13]、TPD [11]、N, N'-ジフェニル-N-N'-ビス（1-ナフチル）-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン（NPB） [14] 等のトリフェニルジアミン類や、スターバースト型分子（[15] ~ [17] 等）等が挙げられる。

【0032】

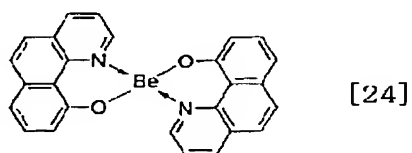
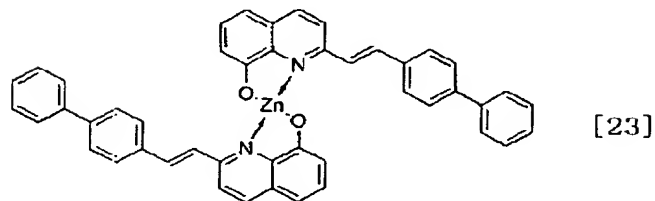
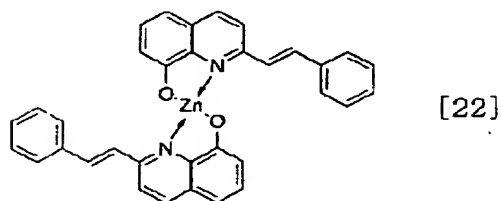
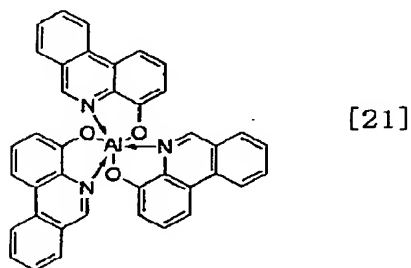
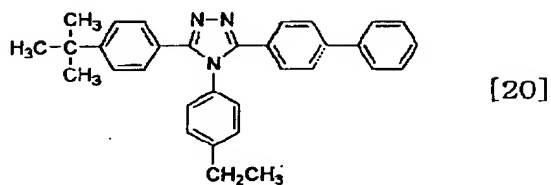
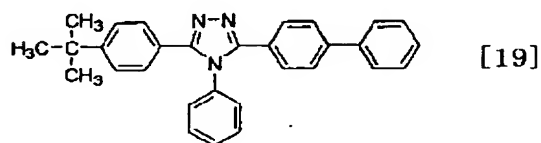
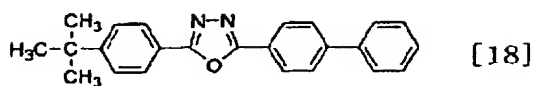
【化3】

【0033】本発明に用いられる電子輸送材料は特に限定されず、通常電子輸送材として使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、2-（4-ビフェニリル）-5-（4-t-ブチルフェニル）-1, 3, 4-オキサジアゾール（Bu-PBD） [18]、OXD-7 [3] 等のオキサジアゾール誘導体、トリア

ゾール誘導体（[19]、[20]等）、キノリノール  
系の金属錯体（[1]、[9]、[21]～[24]  
等）が挙げられる。

\*【0034】

【化4】



【0035】本発明の有機EL素子に於ける各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、前記の化合物を含む有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法（MBE法）あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、

スピンコーティング法、キャストリング法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。本発明に於ける有機EL素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、通常は数10nmから1μmの範囲が好ましい。



【実施例】以下本発明を、実施例をもとに詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例に限定されない。

【0037】（比較例1）以下に比較例に用いる有機薄膜エレクトロルミネッセンス素子の作製手順について説明する。素子は陽極／正孔注入層／発光層／電子輸送層／陰極により構成されている。50mm×25mmのガラス基板（HOYA製、NA45、1.1mm厚）上にITOをスパッタリングによって300nm積層した。この際、メタルマスクを用いITOを2mm×50mmの带状になるように形成した。このときのシート抵抗は8Ω/□であった。

【0038】有機発光層の形成は抵抗加熱式真空蒸着を用いて行った。真空槽の上部に設置した基板に対し、下方250mmの距離にモリブデン製のボートを設置、基板への入射角は38度の配置にし、基板回転は毎分30回転とした。圧力が $5 \times 10^{-7}$  Torrに到達した時点で蒸着を開始、基板横に装着した水晶振動子式膜厚制御装置により蒸着速度を制御した。蒸着速度は毎秒0.15nmと設定して行った。正孔注入層として化合物

【15】を上記条件にて40nm形成したのち、発光層として化合物【5】を70nm、電子輸送層として化合物【19】を40nm順次同条件にて蒸着した。つぎに陰極としてマグネシウム－銀合金をそれぞれ独立のボートより同時に蒸着し陰極を形成した。このとき、マグネシウム対銀の蒸着速度がそれぞれ毎秒1.0nm、0.2nmとなるように上記膜厚制御装置にて制御し、膜厚は200nmとした。蒸着時にメタルマスクを用い、25mm×2mmの带状パターンをITOの带状パターンと直交する方向に、1mm間隔で12個形成し陰極とし\*30

\*た。この素子に電圧を10V印加時に、電流密度は50mA/cm<sup>2</sup>、輝度は1950cd/m<sup>2</sup>を示した。したがって効率は、3.9cd/A、1.22lm/Wとなる。

【0039】（実施例1）図4に示すような微細ストライプパターンをITOに形成すること以外は比較例1と同様にして行った。図5に示すストライプパターンの寸法で $s=0.6\mu\text{m}$ 、 $d=0.6\mu\text{m}$ 、 $l=20\mu\text{m}$ として、15対を一つのパターン（すなわち $n=15$ ）にし、図4のように隣り合うパターンで配置が90度異なるようにし、ITO全面に形成した。微細ストライプパターンの形成は、フォトリソグラフィ工程を用いて行った。ITO基板の上にi線レジスト（東京応化製 THMR-iP1700）をスピンコート法により2μm厚に形成し、i線ステッパーを用いパターンを行った。次にその基板を、リアクティブイオンエッチング法を用いメタン-水素混合ガスによって露出部分のITOを除去した後装置より取り出し、残存レジストを専用の剥離液を用い除去した。このあとの有機層、電極の蒸着は比較例1と全く同様に行った。

【0040】この素子に10Vの電圧を印可したところ、35mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で、輝度は2180cd/m<sup>2</sup>であった。したがって効率は、6.24cd/A、1.96lm/Wとなった。

【0041】（実施例2～13）以下に示す実施例2～13に於いては $s$ 、 $d$ 、 $n$ 及びITOの膜厚を変え測定を行った。その結果を表1、表2に示す。

【0042】

【表1】

実施例 番号	ライン幅 $s$ (μm)	間隔 $d$ (μm)	対数 $n$	ライン長 $l$ (μm)	ITO厚 (μm)
2	0.60	0.80	14	20	0.30
3	0.60	1.40	10	20	0.30
4	0.80	0.60	14	20	0.30
5	0.80	0.80	12	20	0.30
6	0.80	1.40	9	20	0.30
7	1.40	1.40	7	20	0.30
8	0.40	0.40	25	20	0.40
9	0.40	0.40	25	20	0.30
10	0.40	0.40	25	20	0.20
11	0.60	0.40	20	20	0.40
12	0.60	0.40	20	20	0.30
13	0.60	0.40	20	20	0.20

【0043】

【表2】

実施例 番号	10V印加時 電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	10V印加時 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	効率 cd/A	効率 lm/W
2	30.0	1852	6.2	1.94
3	22.5	1268	5.6	1.77
4	39.0	2145	5.5	1.73
5	34.2	1848	5.4	1.70
6	25.0	1326	5.3	1.67
7	30.5	1460	4.8	1.50
8	50.0	3200	6.4	2.01
9	42.3	2505	5.9	1.86
10	31.5	1716	5.4	1.71
11	53.8	3462	6.4	2.02
12	45.0	2574	5.7	1.79
13	34.1	1872	5.5	1.72

【0044】（実施例14）電極パターンとして図6に示す格子状のものを用いる以外は、実施例1と同様な方法で作成した。パターンのサイズは $s=0.4\mu\text{m}$ 、 $d=0.6\mu\text{m}$ とした。この素子に10V印可したときの電流密度は $33.1\text{mA/cm}^2$ で、輝度は $2120\text{cd/m}^2$ であった。したがって、効率は $6.04\text{cd/A}$ 、 $2.01\text{lm/W}$ であった。

【0045】（実施例15）陽極としてITOの代わり 20に $0.3\mu\text{m}$ 厚の金を用いる以外は実施例14と同様な方法で素子を作成した。金電極のパターニングは王水による湿式エッチングで行った。この素子に10V印可したときの電流密度は $27.6\text{mA/cm}^2$ で輝度は $1330\text{cd/m}^2$ であった。したがって効率は $4.8\text{cd/A}$ 、 $1.53\text{lm/W}$ であった。

【0046】（実施例16）電極パターンとして図7に示す形状のものを用いる以外は実施例1と同様な方法で作成した。パターンサイズは $s=0.4\mu\text{m}$ 、 $d=1.4\mu\text{m}$ 、 $s1=0.4\mu\text{m}$ 、 $s2=0.4\mu\text{m}$ とした。 30この素子に10V印可したときの電流密度は $26.3\text{mA/cm}^2$ で、輝度は $1729\text{cd/m}^2$ であった。したがって、効率は $6.57\text{cd/A}$ 、 $2.06\text{lm/W}$ であった。

【0047】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は一方の電極が傾斜面を有しているため、従来に比べて高い発光効率を実現することができる。

【0048】

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の断面模式図である。

【図2】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の斜視図である。

【図3】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の断面模式図である。

【図4】実施例1～13に使用した電極パターンの図である。

【図5】実施例1～13に使用した電極パターンの拡大図である。

【図6】実施例14、15に使用した電極パターンの図である。

【図7】実施例16に使用した電極パターンの図である。

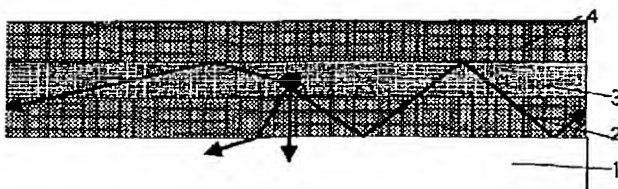
【図8】実施例16に使用した電極パターンの拡大図である。

【図9】複数の島状の電極部を残すように形成された孔を設けた例を示す図である。

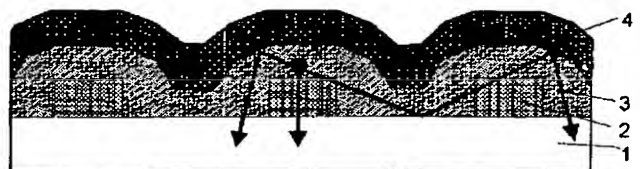
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 陽極
- 3 発光層
- 4 陰極
- s 電極幅
- d 間隔
- l パターン長
- n パターン対数
- 40 s1 島の幅
- s2 島の突起長

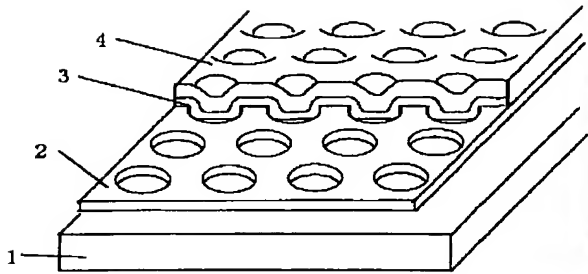
【図1】



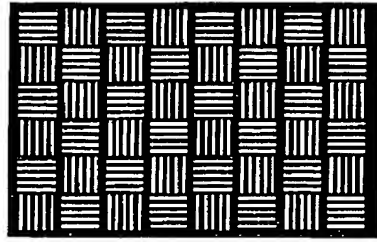
【図3】



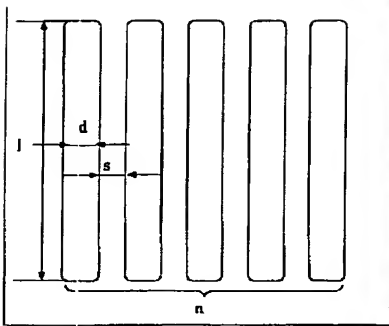
【図 2】



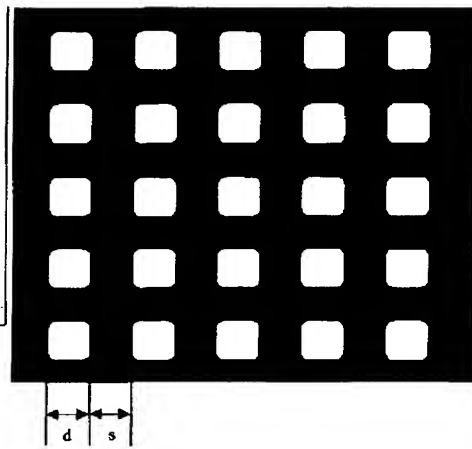
【図 4】



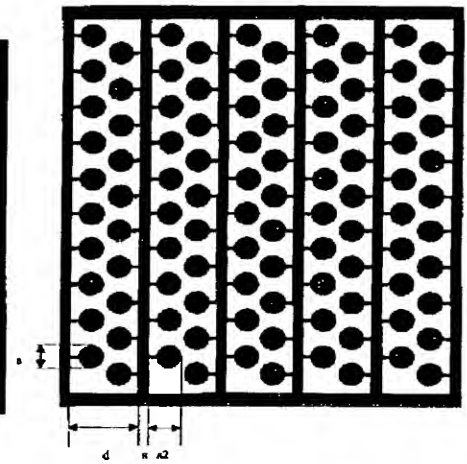
【図 5】



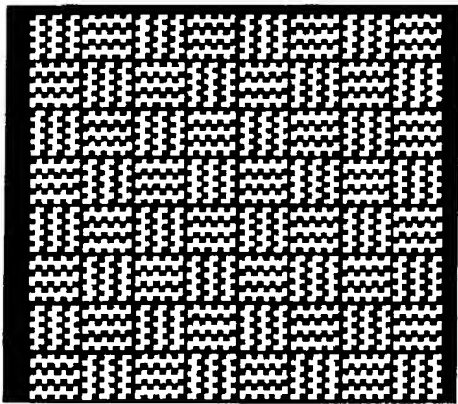
【図 6】



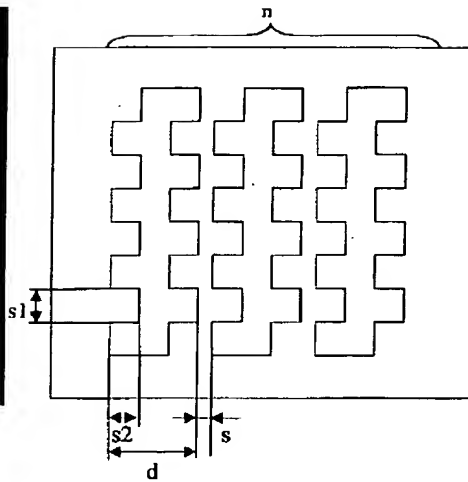
【図 9】



【図 7】



【図 8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 1 0 年 1 2 月 4 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 陽極と陰極との間に発光層を含む一または二以上の有機薄膜層を有してなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、陽極若しくは陰極のうち、一方の電極が傾斜面を有し、前記傾斜面を有する電極と対向する電極に複数の孔が設けられたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】 前記孔が、ストライプ状の形状を有する請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】 前記孔が、櫛歯状の形状を有する請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】 前記孔が、複数の島状の電極部を残すように形成された請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 前記孔の設けられた電極の面積に対する前記孔の総面積の比率が 1 0 % 以上 8 5 % 以下である請求項 1 乃至 4 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】 前記孔の径または最小幅が 0 . 1  $\mu$  m 以上 2  $\mu$  m 以下である請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 7】 前記孔の径または最小幅が、前記有機薄膜層の層厚の 0 . 5 倍以上 1 0 倍以下である請求項 1 乃至 6 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 8】 前記孔の設けられた電極の厚さが、上記有機薄膜層の層厚の 0 . 3 倍以上 5 倍以下である請求項 1 乃至 7 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】 前記複数の孔が平面方向に規則性をもって配置された請求項 1 乃至 8 いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 0】 前記孔の設けられた電極が複数の基本

単位から構成され、該基本単位中に所定パターンの孔が設けられ、一の基本単位中の孔のパターンと該基本単位に隣接する基本単位中の孔のパターンとが 9 0 度回転させることにより実質的に一致する関係にある請求項 9 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 1】 基板上に第一の電極層を形成した後、該第一の電極層に複数の孔を設ける工程と、該第一の電極層の上に、発光層を含む一または二以上の有機薄膜層と第二の電極層とをこの順で形成する工程とを含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

【請求項 1 2】 前記第一の電極層の表面に所定のパターンでレジストを塗布した後エッチングにより前記第一の電極層の所定部分を除去することにより、前記複数の孔を設けることを特徴とする請求項 1 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明によれば、陽極と陰極との間に発光層を含む一または二以上の有機薄膜層を有してなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、陽極若しくは陰極のうち、一方の電極が傾斜面を有し、前記傾斜面を有する電極と対向する電極に複数の孔が設けられたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。ここで、傾斜面とは基板の平面方向に対して所定の角度をもった傾斜を有する面をいう。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 0 9】本発明において、前記傾斜面を有する電極と対向する電極に複数の孔が設けられる。